

[First Hit](#)      [Previous Doc](#)      [Next Doc](#)      [Go to Doc#](#)

End of Result Set

☐ [Generate Collection](#) [Print](#)

L3: Entry 1 of 1

File: JPAB

Mar 16, 2001

PUB-NO: JP02001066977A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2001066977 A

TITLE: HOLOGRAM RECORDING DEVICE AND ITS METHOD

PUBN-DATE: March 16, 2001

## INVENTOR-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

RI, MEIKEI

KITAMURA, KENJI

FURUKAWA, YASUNORI

TAKEGAWA, SHUNJI

HATANO, HIDEKI

## ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

PIONEER ELECTRONIC CORP

NATL INST FOR RES IN INORG MATER

APPL-NO: JP11244296

APPL-DATE: August 31, 1999

INT-CL (IPC): G03 H 1/04; G03 H 1/02

## ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a device which is high in photosensitivity and is excellent in such non-destructiveness as to lessen signal deterioration at the time of reproduction by recording holograms on a recording material which is previously colored by irradiation with light of a short wavelength and is filled with carriers at an intermediate level by using a laser beam of the wavelength longer than the wavelength described above.

SOLUTION: The holograms are recorded on the recording material which is previously colored by the irradiation with the light of the short wavelength and is filled with the carriers at the intermediate level by using the laser beam of the wavelength longer than the wavelength described above. Also, the recording material which exhibits photoinduction absorption is used. With this device, a preirradiation light source 21 which is a UV laser beam source of UV rays or the prescribed wavelength of visible light of a short wavelength develops the photoinduction absorption of the recording medium 10, i.e., had power sufficient for coloration. This device forms the light interference patterns of reference light and signal light in the recording medium 10 and records information as the changes in refractive indices. On the other hand, the recording medium 10 is irradiated with only the reference light 12b by shutting off the signal light 12a with a shutter 31a.

[First Hit](#)[Previous Doc](#)[Next Doc](#)[Go to Doc#](#)☐ [Generate Collection](#) [Print](#)

L2: Entry 3 of 4

File: DWPI

Mar 18, 2003

DERWENT-ACC-NO: 2001-278441

DERWENT-WEEK: 200322

COPYRIGHT 2005 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Hologram recording-reproducing device records information signals by carrying signal light where coherent signal light and reference light are irradiated to hologram recording medium

INVENTOR: FURUKAWA, Y; HATANO, H ; KITAMURA, K ; LEE, M ; TAKEKAWA, S

PATENT-ASSIGNEE:

ASSIGNEE

KAGAKU GIJUTSUCHO MUKIZAISHITSU

PIONEER ELECTRONIC CORP

NAT INST RES IN INORG MATERIALS

PIONEER CORP

CODE

KAGG

PIOE

KAGG

PIOE

PRIORITY-DATA: 1999JP-0244296 (August 31, 1999)

[Search Selected](#) [Search All](#) [Clear](#)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
<input type="checkbox"/> <a href="#">US 6535472 B1</a>	March 18, 2003		000	G11B007/00
<input checked="" type="checkbox"/> <a href="#">JP 2001066977 A</a>	March 16, 2001		011	G03H001/04

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DATE	APPL-NO	DESCRIPTOR
US 6535472B1	August 2, 2000	2000US-0631646	
JP2001066977A	August 31, 1999	1999JP-0244296	

INT-CL (IPC): [G03 H 1/02](#); [G03 H 1/04](#); [G11 B 7/00](#)

ABSTRACTED-PUB-NO: JP2001066977A

BASIC-ABSTRACT:

NOVELTY - A hologram recording-reproducing device records the information signals by carrying the signal light where coherent signal light and reference light are irradiated to the hologram recording medium which is exposed to a first light of a first wavelength of a band of ultraviolet rays or a visible light of a short wavelength. The device has a means for irradiating a first light to the hologram recording medium, and a means for irradiating signal light and reference light of a wavelength longer than the first wavelength, to the hologram recording medium.

USE - Used for a holographic memory and an optical information recording-reproducing device using a holographic memory.

ADVANTAGE - Photosensitivity is high. A device is obtained in which data non-destructive properties are excellent where signal degradation during reproduction is little.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - Figure 2 shows the hologram recording-reproducing device (drawing contains non-English language text).

Recording Medium 10

Laser Light Source 11

Signal Light 12a

Reference Light 12b

Beam Splitter 13

Beam Expander 14

LCD 15

Fourier Transformation Lens 16,19

Mirror 17,18

CCD 20

CHOSEN-DRAWING: Dwg.2/8

TITLE-TERMS: HOLOGRAM RECORD REPRODUCE DEVICE RECORD INFORMATION SIGNAL CARRY  
SIGNAL LIGHT COHERE SIGNAL LIGHT REFERENCE LIGHT IRRADIATE HOLOGRAM RECORD MEDIUM

DERWENT-CLASS: L03 P84 V07

CPI-CODES: L03-G05;

EPI-CODES: V07-F02C;

SECONDARY-ACC-NO:

CPI Secondary Accession Numbers: C2001-084691

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N2001-199561

[Previous Doc](#)

[Next Doc](#)

[Go to Doc#](#)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-66977

(P2001-66977A)

(43) 公開日 平成13年3月16日(2001.3.16)

(51) Int.Cl.	識別記号	F I	キーワード(参考)
G 0 3 H	1/04	G 0 3 H	2 K 0 0 8
	1/02		

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平11-244296

(22) 出願日 平成11年8月31日(1999.8.31)

(71) 出願人 000005016

バイオニア株式会社

東京都目黒区目黒1丁目4番1号

(71) 出願人 591030983

科学技術庁無機材質研究所長

茨城県つくば市並木1丁目1番地

(72) 発明者 李 明奎

茨城県つくば市並木1丁目1番地 科学技

術庁無機材質研究所内

(74) 代理人 100079119

弁理士 藤村 元彦

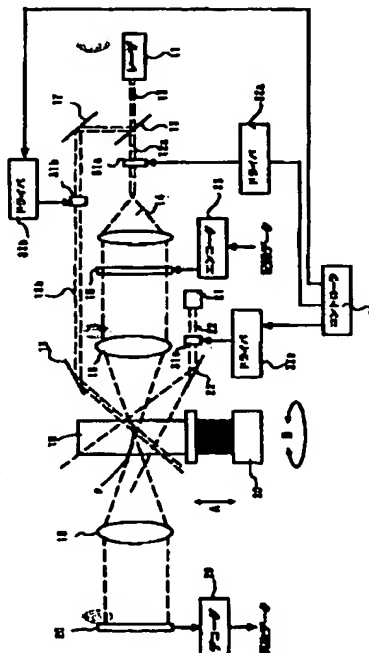
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ホログラム記録装置及びその方法

(57) 【要約】

【課題】 光感度が高く、再生時に信号劣化の少ないようなデータの非破壊性に優れたホログラム記録装置及び方法を提供する。

【解決手段】 紫外線又は短波長の可視光の帯域の第1波長の第1光に感光して光誘導吸収を発現するホログラム記録媒体へ、可干渉性の信号光及び参照光を入射させて信号光の担う情報信号を記録するホログラム記録装置であって、ホログラム記録媒体へ第1光を照射する手段と、第1光の照射後、第1波長より長い波長の信号光及び参照光をホログラム記録媒体へ照射する手段と、を有する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 紫外線又は短波長の可視光の帯域の第1波長の第1光に感光して光誘導吸収を発現するホログラム記録媒体へ、可干渉性の信号光及び参照光を入射させて信号光の担う情報信号を記録するホログラム記録装置であって、前記ホログラム記録媒体へ前記第1光を照射する手段と、前記第1光の照射後、前記第1波長より長い波長の信号光及び参照光を前記ホログラム記録媒体へ照射する手段と、を有することを特徴とするホログラム記録装置。

【請求項2】 前記ホログラム記録媒体は、希土類を含み  $[Li_2O] / ([Li_2O] + [Nb_2O_5])$  のモル分率が0.482から0.505の範囲にあるニオブ酸リチウム ( $LiNbO_3$ ) 単結晶、及び、希土類を含み  $[Li_2O] / ([Li_2O] + [Ta_2O_5])$  のモル分率が0.482から0.505の範囲にあるタンタル酸リチウム ( $LiTaO_3$ ) 単結晶からなる群から選択されたフォトリフラクティブ材料からなることを特徴とする請求項1記載のホログラム記録装置。

【請求項3】 前記希土類がTbであり、その添加量が10重量ppmから1000重量ppmであることを特徴とする請求項2記載のホログラム記録装置。

【請求項4】 前記フォトリフラクティブ材料は、Tbに加えてFe又はMnを同時に含むことを特徴とする請求項3記載のホログラム記録装置。

【請求項5】 前記フォトリフラクティブ材料は、Fe又はMnを、その添加量が1重量ppmから500重量ppmの範囲で含むことを特徴とする請求項4記載のホログラム記録装置。

【請求項6】 紫外線又は短波長の可視光の帯域の第1波長の第1光に感光して光誘導吸収を発現するホログラム記録媒体へ、可干渉性の信号光及び参照光を入射させて信号光の担う情報信号を記録するホログラム記録方法であって、前記ホログラム記録媒体へ前記第1光を照射する行程と、前記第1光の照射後、前記第1波長より長い波長の信号光及び参照光を前記ホログラム記録媒体へ照射する行程と、を有することを特徴とするホログラム記録方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 ホログラフィックメモリ及びホログラフィックメモリを利用する光情報記録再生装置、特に、再生時に信号劣化のない記録を行うホログラム記録装置及びその方法に関する発明である。

## 【0002】

【従来の技術】 従来、ホログラフイーの原理を応用したデジタル記録システムとして、ホログラフィックメモリスシステムが知られている。以下に、ホログラフィックメモリスシステムの概要を図1を参照して説明する。図1において、エンコーダ25は、ホログラフィックメモリ

1に記録すべきデジタルデータを平面上に明暗のドットパターン画像として変換し、例えば縦480ビット×横640ビットのデータ配列に並べ替えて単位ページ系列データを生成する。このデータを例えば透過型のTFT液晶表示装置(LCD)のパネルなどの空間光変換器(SLM: Spatial Light Modulator) 15に送出する。

【0003】 空間光変換器15は、単位ページに対応する縦480ピクセル×横640ピクセルの変調処理単位を有し、照射される光ビームをエンコーダ25からの単位ページ系列データに応じて空間的な光のオンオフ信号に光変調し、変調されたシグナルビームすなわち信号光をレンズ16へ導く。より詳しくは、空間光変換器15は電気信号である単位ページ系列データの論理値“1”にตอบสนองしてシグナルビームを通過させ、論理値“0”にตอบสนองしてシグナルビームを遮断することにより、単位ページデータにおける各ビット内容に従った電気-光学変換が達成され、単位ページ系列の信号光としての変調されたシグナルビームが生成される。

【0004】 信号光は、レンズ16を介してホログラフィックメモリ1に入射する。ホログラフィックメモリ1には、信号光の他に、信号光のビームの光軸に直交する所定の基準線から入射角度 $\theta$ をもって参照光が入射する。信号光と参照光とは、ホログラフィックメモリ1内で干渉し、この干渉縞がホログラフィックメモリ1内に屈折率格子すなわちホログラムとして記憶されることにより、データの記録が行われる。また、入射角 $\theta$ を変えて参照光を入射させて複数の2次元平面データを角度多重記録することにより、3次元データ記録が可能となる。

【0005】 記録されたデータをホログラフィックメモリ1から再生する場合には、信号光ビーム及び参照光ビームの交差する領域の中心に向け記録時と同じ入射角 $\theta$ で参照光のみをホログラフィックメモリ1に入射させる。即ち、記録時とは異なり、信号光は入射させない。これにより、ホログラフィックメモリ1内に記録されている干渉縞からの回折光がレンズ19を通して光検出器のCCD (Charge Coupled Device) 20へ導かれる。

CCD 20は、入射光の明暗を電気信号の強弱に変換し、入射光の輝度に応じたレベルを有するアナログ電気信号をデコーダ26へ出力する。デコーダ26は、このアナログ信号を所定の振幅値(スライスレベル)と比較し、対応する“1”及び“0”のデータを再生する。

【0006】 ホログラフィックメモリでは、上記のように2次元の平面データ系列で記録を行うので、参照光の入射角 $\theta$ を変えることにより角度多重記録を行うことができる。即ち、参照光の入射角 $\theta$ を変化させることにより記録単位である2次元平面をホログラフィックメモリ内に複数規定することができ、その結果、3次元記録が可能となる。

【0007】従来、フォトリフラクティブ効果を用いた書き換え可能型のホログラフィックメモリ1においては、記録材料には通常、Feを添加したニオブ酸リチウム( $\text{LiNbO}_3$ 、略してLN)単結晶が用いられ、記録光にはNd:YAGレーザの第2高調波である波長532nmが用いられる。この従来型の記録方式(従来型単色記録方式と呼ぶ)においては、記録光である信号光と参照光から形成される干渉縞に対応して、干渉縞の明るい領域では、 $\text{Fe}^{3+}$ の準位から電子が伝導体に励起され、フォトリフラクティブプロセスを経て最終的には $\text{Fe}^{3+}$ の準位にトラップされストレージが完結する。

【0008】しかしながらこのようにして記録されたホログラムから信号を読み出す際に、再生光が徐々にホログラムを消してしまうという問題(再生劣化)があった。これに対して、再生劣化の少ない記録方式のひとつに、2色ホログラム方式がある。2色ホログラム記録の特徴は記録時に、ホログラムを形成する記録光(波長 $\lambda_1$ 、参照光と信号光)に加えて、ゲート光(波長 $\lambda_2$ )と呼ばれるもうひとつの光を同時に照射することでホログラムを記録する点にある。ゲート光の作用は、ゲート光が照射されている間だけ記録光の波長( $\lambda_1$ )において記録感度を発生させる。このような性質は、ゲート光の照射によって、照射された部分だけ一時的に結晶内の中間励起準位と呼ばれる比較的浅いエネルギー準位にキャリアが一時的に形成されることによる。この中間励起準位のキャリアが記録光(参照光と信号光によって形成される干渉縞に対応した空間的な明暗のパターン)に励起され、最終的には深いトラップ準位に干渉縞に対応したキャリアの濃淡分布の形で蓄積されて記録が完了する。この後半の過程はフォトリフラクティブ効果と呼ばれる過程であって、単色ホログラムと原理的に同じ過程である。例えば2色ホログラム記録方式では、添加成分無し或いはFeを添加した化学量論比に近い組成の $\text{LiNbO}_3$ (略称SLNと呼ぶ)に還元処理を行った結晶(H. Guenther, R.M. Macfarlane, Y. Furukawa, K. Kitamura; "Two-color holography in reduced near-stoichiometric lithium niobate", Appl. Opt. Vol.37, pp. 7611-7623(1998))で、この中間励起準位(準安定準位)におけるキャリアの寿命がマイクロ秒から数秒に増大させることができ、連続発振の比較的低パワーの小さなレーザを用いて記録ができるようになってきた。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】2色ホログラム記録方式では、記録材料を還元してPRセンタ密度を大きくする必要があったが(バイポーロンポーロンメカニズム)、これにより $\text{Fe}^{3+}$ (3価)の密度が減少し、材料そのものの透明度が悪くなる問題があった。また実用レベルとしては、光感度が不十分であり、さらに感度の高いホログラム記録方式の開発が求められていた。

【0010】また、2色ホログラム記録方式では、中間

励起準位の寿命が長すぎて書き込み以降もそのレベルにキャリアが存在すると、読み出し時に励起されたキャリアが電場を反映して再結合する。その結果、既に形成した空間電場をキャンセルするため、回折効率を著しく低下させてしまうという問題もあった。そこで本発明の目的は、光感度が高く、再生時に信号劣化の少ないようなデータの非破壊性に優れた記録方式を提供することにある。

【0011】

10 【課題を解決するための手段】本発明のホログラム記録装置は、紫外線又は短波長の可視光の帯域の第1波長の第1光に感光して光誘導吸収を発現するホログラム記録媒体へ、可干渉性の信号光及び参照光を入射させて信号光の担う情報信号を記録するホログラム記録装置であって、前記ホログラム記録媒体へ前記第1光を照射する手段と、前記第1光の照射後、前記第1波長より長い波長の信号光及び参照光を前記ホログラム記録媒体へ照射する手段と、を有することを特徴とする。

20 【0012】上記のホログラム記録装置においては、前記ホログラム記録媒体は、希土類を含み $[\text{Li}_2\text{O}]/[\text{Li}_2\text{O}] + [\text{Nb}_2\text{O}_5]$ のモル分率が0.482から0.505の範囲にあるニオブ酸リチウム( $\text{LiNbO}_3$ )単結晶、及び、希土類を含み $[\text{Li}_2\text{O}]/([\text{Li}_2\text{O}] + [\text{Ta}_2\text{O}_5])$ のモル分率が0.482から0.505の範囲にあるタンタル酸リチウム( $\text{LiTaO}_3$ )単結晶からなる群から選択されたフォトリフラクティブ材料からなることを特徴とする。

30 【0013】上記のホログラム記録装置においては、前記希土類がTbであり、その添加量が10重量ppmから1000重量ppmであることを特徴とする。上記のホログラム記録装置においては、前記フォトリフラクティブ材料は、Tbに加えてFe又はMnを同時に含むことを特徴とする。上記のホログラム記録装置においては、前記フォトリフラクティブ材料は、Fe又はMnを、その添加量が1重量ppmから500重量ppmの範囲で含むことを特徴とする。

40 【0014】本発明のホログラム記録方法は、紫外線又は短波長の可視光の帯域の第1波長の第1光に感光して光誘導吸収を発現するホログラム記録媒体へ、可干渉性の信号光及び参照光を入射させて信号光の担う情報信号を記録するホログラム記録方法であって、前記ホログラム記録媒体へ前記第1光を照射する行程と、前記第1光の照射後、前記第1波長より長い波長の信号光及び参照光を前記ホログラム記録媒体へ照射する行程と、を有することを特徴とする。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施例を添付図面を参照しつつ説明する。図2に示すように、本実施例のホログラム記録再生装置において、記録媒体10は、紫外線又は短波長の可視光の帯域の第1波長の第1光に感

光して光誘導吸収を発現するホログラム記録媒体用のフォトリフラクティブ結晶である。このフォトリフラクティブ結晶は、Tbなどの希土類を含み $[\text{Li}_2\text{O}]/[\text{Li}_2\text{O}] + [\text{Nb}_2\text{O}_5]$ のモル分率が0.482から0.505の範囲にあるニオブ酸リチウム( $\text{LiNbO}_3$ )単結晶、或いは、Tbなどの希土類を含み $[\text{Li}_2\text{O}]/([\text{Li}_2\text{O}] + [\text{Ta}_2\text{O}_5])$ のモル分率が0.482から0.505の範囲にあるタンタル酸リチウム( $\text{LiTaO}_3$ )単結晶である。Tbの添加量が10重量ppmから1000重量ppmであることが好ましい。さらに、このフォトリフラクティブ材料には、Tbに加えてFe又はMnを同時に含ませてもよく、その添加量が1重量ppmから500重量ppmの範囲であることが好ましい。

【0016】本実施例の装置構成としては、例えば波長532nmの信号光及び参照光を用いる従来型のホログラム記録装置に、紫外線又は短波長の可視光の帯域の照射部を追加したものである。この照射部は図2のように本体に組み込み、光シャッタなどを介して導入する方法と、ホログラム記録装置とは別のユニットとして設置する方法もある。

【0017】ホログラム記録方法としては、紫外線の照射過程いわゆるプリ照射は、信号光及び参照光の照射の前に行われる記録材料10の初期化過程に相当する。従って、所定の時間、紫外光を照射して一旦初期化したプリ照射後は、記録再生は従来型のホログラム記録再生装置に準じた手順でなされる。本発明によれば多重記録時の消去作用が減少するため、多重記録時の記録時間のスケジューリング等は従来型の記録とは異なり、緩和されたスケジューリング設計が可能となる。

【0018】図2に示すように、紫外線又は短波長の可視光の帯域の第1の波長例えば313nmの紫外レーザ光源であるプリ照射光源21は、その照射光により記録媒体10の光誘導吸収を発現、即ち着色に十分なパワーを有する光源である。プリ照射光源21から発せられたプリ照射光22は、シャッタ31cを介して、ミラー23で反射して、記録媒体10の全体、又は、少なくともホログラム記録部分に照射される。シャッタ31cは、プリ照射光22の光路を開閉するために設けられている。シャッタ31cの開閉は、コントローラ32によって送出された信号によって、ドライバ33cを介して駆動される。記録媒体10内の位置Pにビーム径を絞ってスポット照射することも可能な光源であっても良い。

【0019】信号光及び参照光生成のための、第1波長313nmより長い波長532nm(第2の波長)の光源11は、YAGSHGである。レーザ光源11から発せられるレーザ光12は、ビームスプリッタ13によって信号光12aと参照光12bとに分割される。信号光12aと参照光12bは、異なる光学経路を辿って、記録媒体10内の同じ位置Pに照射される。

【0020】信号光12aの光学経路上には、シャッタ31a、ビームエキスパンダ14、LCD15、4f系フーリエ変換レンズ16が配置されている。シャッタ31aは、信号光12aの光路を開閉するために設けられる。シャッタ31aの開閉は、コントローラ32によって送出される信号によって、ドライバ33aを介して駆動される。ビームエキスパンダ14は、シャッタ31aを通過した信号光12aのビーム径を拡大して、信号光12aをLCD15に平行光線となるように照射する。空間光変調器のLCD15は、エンコード25より受けた2次元平面ページに対応する単位ページ系列の電気的なデータを受けて、明暗のドットマトリクス信号を表示する。信号光12aは、LCD15を通過すると光変調されて、データをドットマトリクス成分として含む。信号光12aは、さらに4f系フーリエ変換レンズ16によって、ドットマトリクス成分をフーリエ変換されるとともに、記録媒体10の位置Pのわずかに前方(レーザ光源11側)若しくは後方に焦点を結ぶように集光される。

【0021】ビームスプリッタ13によって信号光12aと分割された参照光12bは、ミラー17及び18によって記録媒体10の位置Pに導かれる。ミラー17と18の間にはシャッタ31bが配されていて、参照光12bの光路を開閉することができる。シャッタ31bの開閉は、コントローラ32によって送出される信号によって、ドライバ33bを介して駆動される。

【0022】さらに、円柱状の記録媒体10の回転軸を中心としてレーザ光源11の入射する側と反対側に、逆フーリエ変換レンズ19及び受光器であるCCD20が配置されている。CCD20には明暗のドットマトリクス信号を復調するための検光子が取り付けられている。逆フーリエ変換レンズ19は、記録媒体10の位置P近傍で焦点を結び、交差して到達する信号光12aを平行光線としてCCD20に送り得る位置に配置されている。CCD20にはデコード26が接続される。なお、コントローラ32は、あらかじめ記録媒体10にフォトリフラクティブ結晶の種類に対応した標識を付しておき、記録媒体10が可動ステージ30上に装着されると、適当なセンサにより自動的にこの標識を読みとり、記録媒体の上下動及び回転を制御することが可能である。

【0023】この構成の装置において、記録媒体10中で参照光及び信号光の光干渉パターンを形成し、屈折率の変化として情報記録する。一方で、情報の再生においては、シャッタ31aで信号光12aを遮断して、参照光12bのみを記録媒体10へ照射する。参照光12bの照射された記録媒体10の反対側には、記録された光干渉パターンを再現した干渉パターン光が現れる。この干渉パターン光を逆フーリエ変換レンズ19に導いて、光干渉パターンを逆フーリエ変換するとドットパターン信号

を得ることができる。さらに、このドットパターン信号をCCD20の受光器によって受光して、電気的なデジタルデータ信号に再変換した後、デコードに送ると、元のデータが再生される。

【0024】本発明の特徴は、光誘導吸収（フォトリソリズム）を示す記録材料を用いる点にある。Tb（テルビウム）などの希土類を添加し、定比組成に近いLiNbO<sub>3</sub>（又はLiTaO<sub>3</sub>）単結晶では、波長313nm付近の紫外線を照射すると、非常に大きな光誘導吸収を示す。これは荷電子帯に近い光吸収中心（ドナーレベル）からキャリアが励起され、トラップ中心（中間レベル）にトラップされるため、その中間レベルの深さは伝導帯下端より1.9eV程度と算定される。このトラップされたキャリアは、650nmより短い波長の光で再び励起され、もとのドナーレベルに戻ることができる可逆性を有している。この特徴を利用し、あらかじめ波長313nm付近の紫外線を照射して着色し、中間レベルにキャリアを充満させた記録材料に、波長532nm程度のレーザ光を用いてホログラムを記録することができる。

【0025】記録材料が、波長532nmの参照光と信号光によって形成される干渉縞に対応した空間的な明暗のパターンで照射されると、照射された部分では中間レベルのキャリアは励起される。励起されたキャリアは暗部で荷電子帯に近いレベルのアクセプタと再結合し、最終的には干渉縞に対応したキャリアの空間密度分布が形成されて空間電場が生じる。これにより電気光学効果を有する本結晶内に屈折率変動として干渉縞パターン（ホログラム）の記録が完了する。

【0026】本発明の従来と大きく異なる特徴として、（1）あらかじめ紫外線（紫外光）で照射して着色した定比組成ニオブ酸リチウム又は定比組成タンタル酸リチウムを用いる。

（2）いったん記録が完了すると、書き込む光（たとえば532nm）で読み出しても記録が破壊されない。

【0027】これらの特徴により、本ホログラム記録材料と記録方式を利用すると、単色でも非破壊読み出しのホログラム記録が可能となる。

（実施例）連続原料供給型の二重つば単結晶引き上げ装置を用い、 $[Li_2O]/([Li_2O] + [Nb_2O_5]) = 0.56 \sim 0.60$ の融液組成に、さらにTbを100重量ppm加えた融液から光学的均質性に優れた $[Li_2O]/([Ta_2O_5] + [Li_2O])$ のモル分率が0.495～0.50の定比組成の単結晶（Tb-doped SLN）を育成した。

【0028】育成したas-grown単結晶に波長313nmの光を照射したところ、図3の透過率変化に示すように、著しいフォトリソリズムを示し、その吸収レベル（中間レベル）の深さは伝導帯の下1.9eV付近と算定された。着色したTb-doped SLN結晶

に532nmのレーザを用いてホログラムを書き込んだところ、図4に示すように、高い回折効率が得られた。313nmの光を照射し着色した結晶に532nmのレーザを用いてホログラムを書き込んだ後、記録光の一方を遮断して再生したときの、回折効率の時間変化を示し、回折効率は記録直後の値で規格化されている。Tbの添加量を変化させたところ、10重量ppmから1000重量ppmの範囲から好ましい結果が得られた。また、書き込み光と同じ波長のレーザ光で読み出したとき、回折効率は一旦低下するが、低下した時点で回折効率は一定となり、その後は長時間読み出しても、ホログラムが消去されないことが明らかになった。

【0029】またさらに、上記例と同様にして、Tb200重量ppm添加のTb-doped SLNに加え、Fe100重量ppmを同時添加したモル分率が0.495～0.50の定比組成の単結晶（Fe, Tb-doped SLN）を育成し、透過率及び回折効率を測定した。すると図5に示すように、さらに著しいフォトリソリズムを示し、図6に示すように、回折効率が著しく増大し、読み出しに非破壊性が向上した。この場合、Feの代わりにMnを添加しても同様の効果が得られ、それら添加量が1重量ppmから500重量ppmの範囲で添加したものが好適な結果が得られた。

【0030】なお、比較例として無添加定比組成LiNbO<sub>3</sub>単結晶（SLN）を用いた場合の透過率及び回折効率の実験データを図7及び図8に示す。上記例に比してフォトリソリズムの発生は少ないことが分かる。Fe, Tb-doped SLNの厚さ3mmのY板を用いて、313nm近辺の光を照射し着色した該結晶板に、532nmのレーザをほぼ等しい強度の2光路に分割して外部角度52°で結晶内で混合してホログラムを形成し、異常光を用いた再生を行った。そして、光強度は変えずに記録光の一方のみを遮断してホログラムからの回折光の強度を測定した。その結果、従来型の単色ホログラム記録と異なり、実施例では回折効果は記録強度に依存することが明らかとなった。なお、再生パワーが記録パワーより低く設定されるほど、データの非破壊性は向上する。

【0031】

【発明の効果】本発明によるホログラム記録装置は、あらかじめ短い波長の光を照射して着色し、中間レベルにキャリアを充満させた記録材料に、それより長い波長のレーザ光を用いてホログラムを記録するので、情報信号を含んだ光干渉パターンの明暗をより鮮明に記録することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来のホログラム記録システムを示す構成図である。

【図2】本発明によるホログラム記録再生装置を示す構成図である。



【図3】本発明による実施例のホログラム記録装置におけるホログラム記録媒体の紫外線のプリ照射前後の照射波長に対する透過率の関係を示すグラフである。

【図4】本発明による実施例のホログラム記録装置におけるホログラム記録媒体の紫外線のプリ照射後の回折効率の経時変化を示すグラフである。

【図5】本発明による他の実施例のホログラム記録装置におけるホログラム記録媒体の紫外線のプリ照射前後の照射波長に対する透過率の関係を示すグラフである。

【図6】本発明による他の実施例のホログラム記録装置におけるホログラム記録媒体の紫外線のプリ照射後の回折効率の経時変化を示すグラフである。

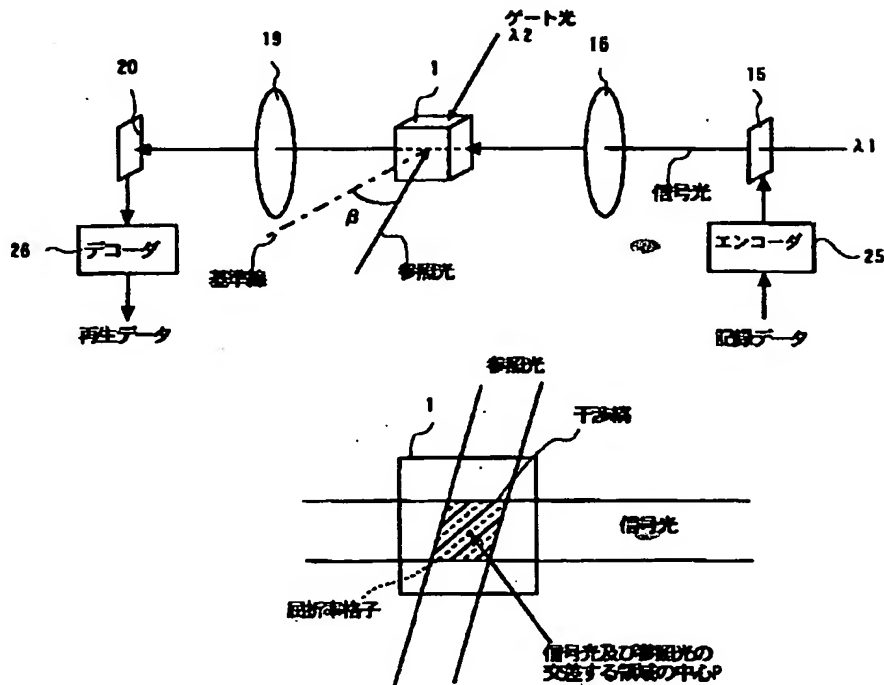
【図7】比較例のホログラム記録装置におけるホログラム記録媒体の紫外線のプリ照射前後の照射波長に対する透過率の関係を示すグラフである。

【図8】比較例のホログラム記録装置におけるホログラム記録媒体の紫外線のプリ照射後の回折効率の経時変化を示すグラフである。

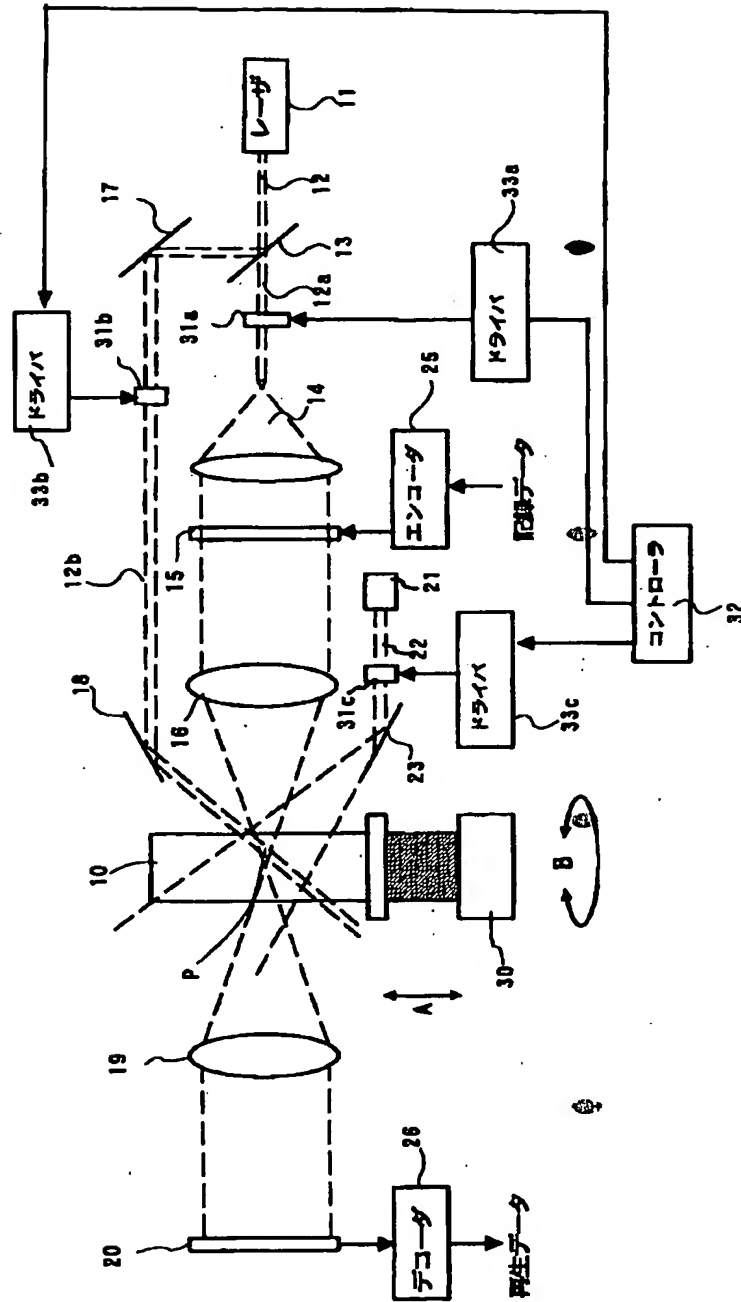
【主要部分の符号の説明】

- 10 記録媒体
- 11 レーザ光源
- 12a 信号光
- 12b 参照光
- 13 ビームスプリッタ
- 14 ビームエキスパンダ
- 15 LCD
- 16、19 フーリエ変換レンズ
- 17、18、23 ミラー
- 20 CCD
- 21 プリ照射光源
- 22 プリ照射光
- 30 可動ステージ
- 31a、31b、31c シャッタ
- 32 コントローラ
- 33a、33b、33c ドライバ

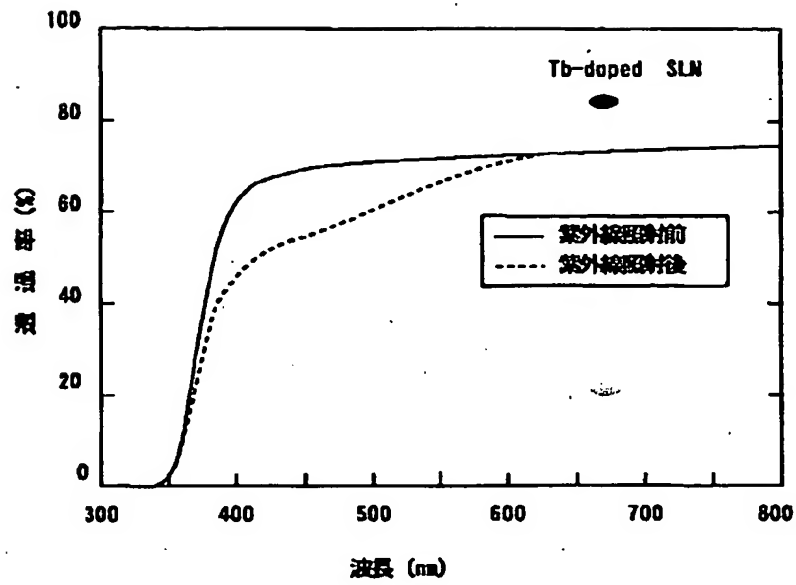
【図1】



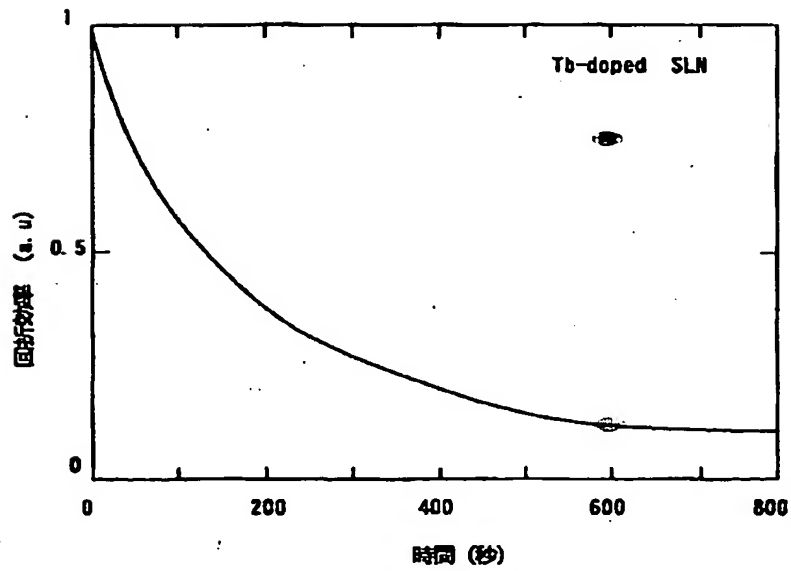
【図2】



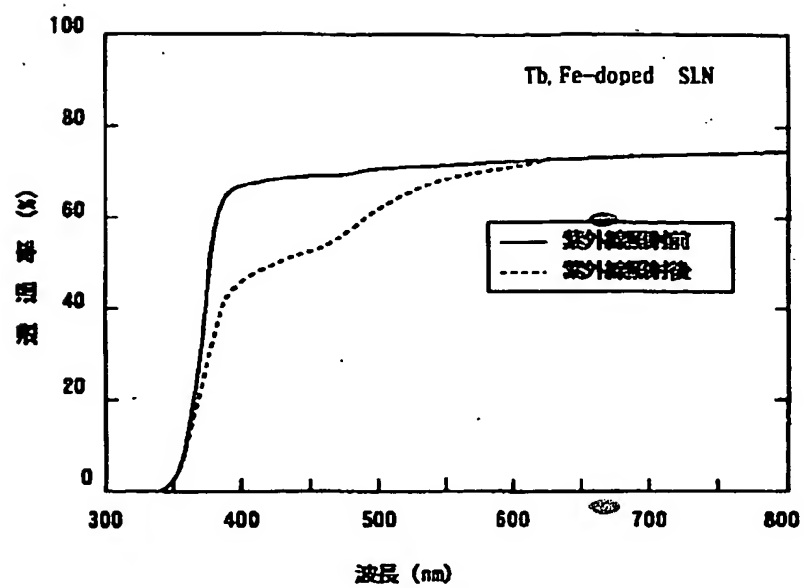
【図3】



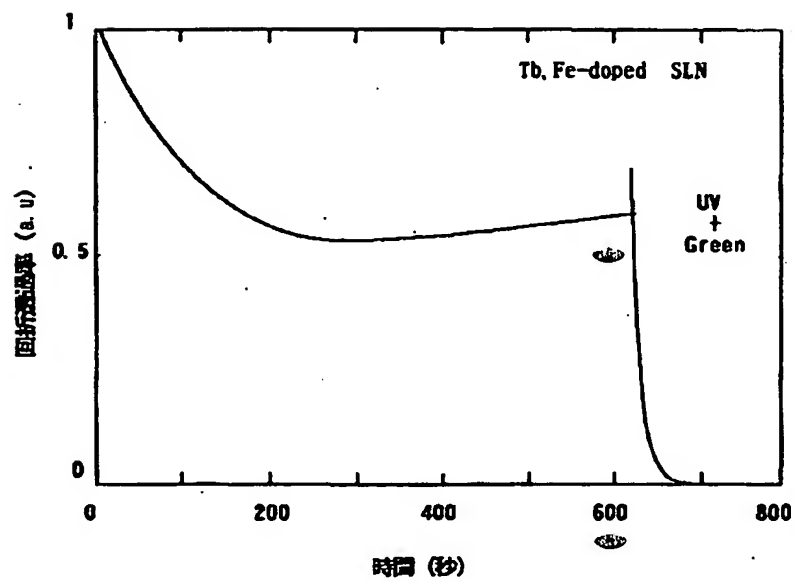
【図4】



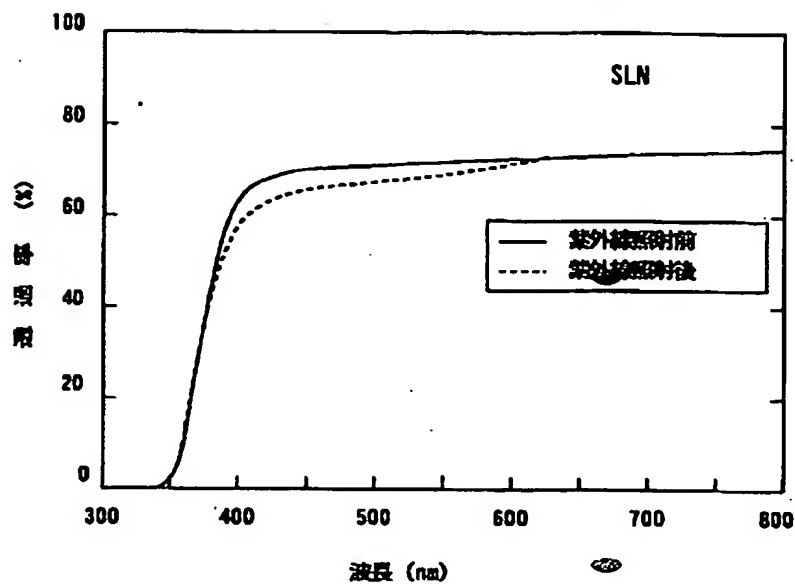
【図5】



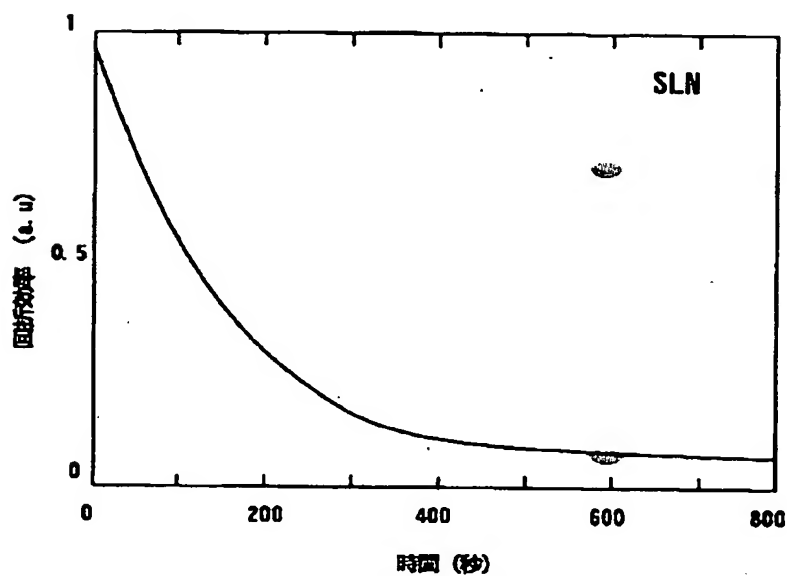
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(72)発明者 北村 健二  
茨城県つくば市並木1丁目1番地 科学技  
術庁無機材質研究所内

(72)発明者 古川 保典  
茨城県つくば市並木1丁目1番地 科学技  
術庁無機材質研究所内

(72)発明者 竹川 俊二

茨城県つくば市並木1丁目1番地 科学技  
術庁無機材質研究所内

(72)発明者 畑野 秀樹

埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番1号 パ  
イオニア株式会社総合研究所内

Fターム(参考) 2K008 AA04 BB01 BB04 BB06 CC01

CC03 DD23 EE01 FF07 FF21

HH06 HH28

## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] It is invention about the optical information record regenerative apparatus using holographic memory and holographic memory, the hologram recording device which performs record which does not have signal degradation especially at the time of playback, and its approach.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, the holographic memory system is known as a digital recording system adapting the principle of holography. Below, the outline of a holographic memory system is explained with reference to drawing 1. In drawing 1, an encoder 25 changes the digital data which should be recorded on holographic memory 1 as a dot pattern image of light and darkness on a flat surface, for example, rearranges it into a 480 bits long and 640 bits wide data array, and generates unit page sequence data. This data is sent out to the space phototransducers (SLM: Spatial Light Modulator) 15, such as a panel of the TFT-liquid-crystal display (LCD) of a transparency mold.

[0003] The space phototransducer 15 has a modulation batch 480 pixels long and 640 pixels wide [corresponding to a unit page], carries out light modulation of the irradiated light beam to the on-off signal of a spatial light according to the unit page sequence data from an encoder 25, and leads to a lens 16, the modulated signal beam, i.e., the signal light. electric - optical conversion according to each content of a bit in unit page data be attain, and the signal beam a beam be modulated as signal light of a unit page sequence be generate by a space phototransducer 15 answer in more detail the logical value "1" of the unit page sequence data which be an electrical signal, and pass a signal beam, answer a logical value "0", and intercept a signal beam.

[0004] Incidence of the signal light is carried out to holographic memory 1 through a lens 16. A reference beam carries out incidence to holographic memory 1 with beta whenever [incident angle] from the predetermined datum line which intersects perpendicularly with the optical axis of the beam of signal light other than signal light. It interferes in signal light and a reference beam within holographic memory 1, and record of data is performed by memorizing this interference fringe as a refractive index grating, i.e., a hologram, in holographic memory 1. Moreover, three-dimension data logging becomes possible by changing an angle of incidence beta, carrying out incidence of the reference beam, and carrying out include-angle multiplex record of two or more two-dimensional flat-surface data.

[0005] In reproducing the recorded data from holographic memory 1, it carries out incidence only of the reference beam to holographic memory 1 by the same incident angle beta as the time of record towards the core of a field that a signal light beam and a reference beam beam cross. That is, unlike the time of record, incidence of the signal light is not carried out. Thereby, the diffracted light from the interference fringe currently recorded in holographic memory 1 is led to CCD (Charge Coupled Device) 20 of a photodetector through a lens 19. CCD 20 changes the light and darkness of incident light into the strength of an electrical signal, and outputs the analog electrical signal which has the level according to the brightness of incident light to a decoder 26. A decoder 26 reproduces the data of "1" and "0" which correspond this analog signal as compared with predetermined amplitude value (slice level).

[0006] In holographic memory, since it records by the two-dimensional flat-surface data sequence as mentioned above, include-angle multiplex record can be performed by changing the incident angle  $\beta$  of a reference beam. That is, by changing the incident angle  $\beta$  of a reference beam, two or more two-dimensional flat surfaces which are record units can be specified in holographic memory, consequently three-dimensional record becomes possible.

[0007] Conventionally, in the holographic memory 1 of the rewritable mold using a photorefractive effect, the lithium-niobate ( $\text{LiNbO}_3$ , omitting LN) single crystal which added Fe is usually used for a record ingredient, and the wavelength of 532nm which is the 2nd higher harmonic of Nd:YAG laser is used for record light. In the recording method (it is called a conventional-type monochrome recording method) of this conventional type, corresponding to the interference fringe formed from the signal light which is record light, and a reference beam, an electron is excited by the conductor from the level of  $\text{Fe}^{2+}$ , a trap is eventually carried out to the level of  $\text{Fe}^{3+}$  through a photorefractive process, and storage is completed in the bright field of an interference fringe.

[0008] However, when reading a signal from the hologram recorded by doing in this way, there was a problem (playback degradation) that playback light will erase a hologram gradually. On the other hand, 2 color hologram method is in one of the recording methods with little playback degradation. the record light (wavelength  $\lambda_1$ , a reference beam and signal light) in which the description of 2 color hologram record forms a hologram at the time of record -- in addition, it is in the point which records a hologram by irradiating simultaneously another light called gate light (wavelength  $\lambda_2$ ). An operation of gate light generates record sensibility in the wavelength ( $\lambda_1$ ) of record light, only while gate light is irradiated. Such a property is because a carrier is temporarily formed in the comparatively shallow energy level called temporarily [ the irradiated part ] the medium excitation level in a crystal by the exposure of gate light. The carrier of this medium excitation level is excited by record light (pattern of the spatial light and darkness corresponding to the interference fringe formed of a reference beam and signal light), it is eventually accumulated in deep-trap level in the form of shade distribution of the carrier corresponding to an interference fringe, and record is completed. This process of the second half is a process called a photorefractive effect, and is the same process as a monochrome hologram and a principle target. for example, by 2 color hologram recording method Having no addition component or Fe Crystal which performed reduction processing to  $\text{LiNbO}_3$  (it is called an abbreviated name SLN) of the presentation near the added stoichiometric ratio () [ H.Guenther, R.M.Macfarlane, Y.Furukawa, ] [ KKitamura, "Two-colorholography ] By in reduced near-stoichiometric lithium niobate", Appl.Opt.Vol.37, and pp.7611-7623 (1998) The life of the carrier in this medium excitation level (metastable level) can increase several seconds from a microsecond, and record has become possible using the laser with comparatively small power of continuous oscillation.

[0009]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Although the record ingredient needed to be returned and PR center consistency needed to be enlarged by 2 color hologram recording method (bipolaron polaron mechanism), the consistency of  $\text{Fe}^{3+}$  (trivalent) decreased by this, and there was a problem to which the transparency of the ingredient itself worsens. Moreover, as practical use level, photosensitivity is inadequate and development of a hologram recording method with still higher sensibility was called for.

[0010] Moreover, by 2 color hologram recording method, the carrier with which henceforth was excited at the time of read-out when the carrier existed in the level recombines by the life of medium excitation level being too long, and writing in reflecting electric field. Consequently, in order to cancel the already formed space electric field, there was also a problem of reducing diffraction efficiency remarkably. Then, the object of this invention has high photosensitivity and is to offer the recording method excellent in the un-destroying nature [ of signal degradation at the time of playback ] of the data which is.

[0011]

[Means for Solving the Problem] To the hologram record medium which exposes the hologram recording device of this invention in ultraviolet rays or the 1st light of the 1st wave of the band of the light of short wavelength, and discovers optical induction absorption A means to be the hologram



recording device which records the information signal which is made to carry out incidence of a coherent signal light and a coherent reference beam, and signal light bears, and to irradiate said 1st light to said hologram record medium, It is characterized by having a means to irradiate the signal light and the reference beam of long wave length from said 1st wave to said hologram record medium after the exposure of said 1st light.

[0012] In the above-mentioned hologram recording device said hologram record medium The lithium-niobate ( $\text{LiNbO}_3$ ) single crystal which has the mole fraction of  $[\text{Li}_2\text{O}]/[\text{Li}_2\text{O}] + [\text{Nb}_2\text{O}_5]$  in the range of 0.482 to 0.505 including rare earth, And it is characterized by consisting of a photorefractive ingredient chosen from the group which consists of a lithium tantalate ( $\text{LiTaO}_3$ ) single crystal which has the mole fraction of  $[\text{Li}_2\text{O}]/([\text{Li}_2\text{O}] + [\text{Ta}_2\text{O}_5])$  in the range of 0.482 to 0.505 including rare earth.

[0013] In the above-mentioned hologram recording device, said rare earth is Tb and the addition is characterized by being the 1000 weight ppm from the 10 weight ppm. In the above-mentioned hologram recording apparatus, said photorefractive ingredient is characterized by including Fe or Mn simultaneously in addition to Tb. In the above-mentioned hologram recording apparatus, said photorefractive ingredient is characterized by the addition containing Fe or Mn in the range of the 1 weight ppm to the 500 weight ppm.

[0014] To the hologram record medium which exposes the hologram record approach of this invention in ultraviolet rays or the 1st light of the 1st wave of the band of the light of short wavelength, and discovers optical induction absorption The stroke which is the hologram record approach which records the information signal which is made to carry out incidence of a coherent signal light and a coherent reference beam, and signal light bears, and irradiates said 1st light to said hologram record medium, It is characterized by having the stroke which irradiates the signal light and the reference beam of long wave length from said 1st wave to said hologram record medium after the exposure of said 1st light.

[0015]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the example of this invention is explained, referring to an accompanying drawing. As shown in drawing 2, in the hologram record regenerative apparatus of this example, a record medium 10 is a photorefractive crystal for hologram record media which is exposed in ultraviolet rays or the 1st light of the 1st wave of the band of the light of short wavelength, and discovers optical induction absorption. This photorefractive crystal is a lithium tantalate ( $\text{LiTaO}_3$ ) single crystal which has the mole fraction of  $[\text{Li}_2\text{O}]/([\text{Li}_2\text{O}] + [\text{Ta}_2\text{O}_5])$  in the range of 0.482 to 0.505 including rare earth, such as a lithium-niobate ( $\text{LiNbO}_3$ ) single crystal which has the mole fraction of  $[\text{Li}_2\text{O}]/[\text{Li}_2\text{O}] + [\text{Nb}_2\text{O}_5]$  in the range of 0.482 to 0.505 including rare earth, such as Tb, or Tb. It is desirable that the addition of Tb is the 1000 weight ppm from the 10 weight ppm. Furthermore, in addition to Tb, Fe or Mn may be simultaneously included in this photorefractive ingredient, and it is desirable that that addition is the range of the 1 weight ppm to the 500 weight ppm.

[0016] For example, ultraviolet rays or the exposure section of the band of the light of short wavelength is added to the hologram recording device of the conventional type using signal light with a wavelength of 532nm and a reference beam as an equipment configuration of this example. This exposure section is included in a body like drawing 2, and also has the approach of installing as unit with another approach of introducing through an optical shutter etc. and hologram recording device.

[0017] As the hologram record approach, the so-called Puri exposure is equivalent to the initialization process of the record ingredient 10 performed before the exposure of signal light and a reference beam like the exposure fault of ultraviolet rays. Therefore, after the Puri exposure which irradiated predetermined time amount and ultraviolet radiation and was once initialized is made in the procedure in which record playback applied to the hologram record regenerative apparatus of a conventional type correspondingly. Since the elimination operation at the time of multiplex record decreases according to this invention, unlike record of a conventional type, the eased scheduling design of the scheduling of the chart lasting time at the time of multiplex record etc. is attained.

[0018] As shown in drawing 2, the Puri exposure light source 21 which is the 1st wavelength of the band of the light of ultraviolet rays or short wavelength, for example, a 313nm ultraviolet laser light source, is the light source which has sufficient power for a manifestation, i.e., coloring, for optical

induction absorption of a record medium 10 by the exposure light, the Puri exposure light 22 emitted from the Puri exposure light source 21 -- shutter 31c -- mirroring -- a mirror 23 -- reflecting -- the whole of a record medium 10 -- or a hologram record part irradiates at least. Shutter 31c is prepared in order to open and close the optical path of the Puri exposure light 22. Closing motion of shutter 31c is driven through driver 33c with the signal sent out with the KONTOL roller 32. It may also be the possible light source to extract a beam diameter to the location P in a record medium 10, and to carry out a spot exposure.

[0019] The light source 11 of 532nm of long wave length (the 2nd wavelength) is YAGSHG from 313nm per wave [ the ] for signal light and reference beam generation. The laser beam 12 emitted from a laser light source 11 is divided into signal light 12a and reference beam 12b by the beam splitter 13. Signal light 12a and reference beam 12b follow a different optical path, and are irradiated by the same location P in a record medium 10.

[0020] On the optical path of signal light 12a, shutter 31a, the beam expander 14, LCD15, and 4f system Fourier transformer lens 16 are arranged. Shutter 31a is prepared in order to open and close the optical path of signal light 12a. Closing motion of shutter 31a is driven through driver 33a with the signal sent out with the KONTOL roller 32. The beam expander 14 expands the beam diameter of signal light 12a which passed shutter 31a, and it irradiates signal light 12a so that it may become a parallel ray at LCD15. LCD15 of a space optical modulator displays the dot-matrix signal of light and darkness in response to the electric data of the unit page sequence corresponding to a carrier beam two-dimensional flat-surface page from an encoder 25. When signal light 12a passes LCD15, light modulation of it is carried out and it contains data as a dot-matrix component. Signal light 12a is condensed by 4 moref system Fourier transformer lens 16 so that a focus may be connected to the front (laser light source 11 side) or back slightly [ the location P of a record medium 10 ], while carrying out the Fourier transform of the dot-matrix component.

[0021] Signal light 12a and reference beam divided 12b is led to the location P of a record medium 10 by the beam splitter 13 by mirrors 17 and 18. Shutter 31b is allotted among mirrors 17 and 18, and the optical path of reference beam 12b can be opened and closed. Closing motion of shutter 31b is driven through driver 33b with the signal sent out with the KONTOL roller 32.

[0022] Furthermore, CCD20 which is the inverse Fourier transform lens 19 and an electric eye is arranged in the opposite hand the side in which a laser light source 11 carries out incidence a core [ the revolving shaft of the cylinder-like record medium 10 ]. The analyzer for restoring to the dot-matrix signal of light and darkness is attached in CCD20. The inverse Fourier transform lens 19 is arranged near the location P of a record medium 10 in the location which can send a focus to CCD20 by making into a parallel ray epilogue and signal light which crosses and reaches 12a. A decoder 26 is connected to CCD20. In addition, this indicator will be automatically read by the suitable sensor, and the KONTOL roller 32 can control vertical movement and a revolution of a record medium, if the indicator corresponding to the class of photorefractive crystal is beforehand given to the record medium 10 and it is equipped with a record medium 10 on the movable stage 30.

[0023] In the equipment of this configuration, in a record medium 10, the optical interference pattern of a reference beam and signal light is formed, and information record is carried out as change of a refractive index. On the other hand, in informational playback, signal light 12a is intercepted by shutter 31a, and only reference beam 12b is irradiated to a record medium 10. In the opposite hand of the record medium 10 with which reference beam 12b was irradiated, the interference pattern light reproducing the recorded optical interference pattern appears. If this interference pattern light is led to the reverse fourier lens 19 and the inverse Fourier transform of the optical interference pattern is carried out, a dot pattern signal can be acquired. Furthermore, the original data will be reproduced, if it sends to a decoder after receiving this dot pattern signal by the electric eye of CCD20 and reconverting to an electric digital data signal.

[0024] The description of this invention is in the point using the record ingredient in which optical induction absorption (photochromism) is shown. Rare earth, such as Tb (terbium), is added, and with LiNbO<sub>3</sub> (or LiTaO<sub>3</sub>) single crystal near a stoichiometric presentation, when the ultraviolet rays near the

wavelength of 313nm are irradiated, optical, very big induction absorption is shown. This is because a carrier is excited from the optical absorption core (donor level) near a load electronic band and a trap is carried out to a trapping center (medium level), and the depth of the medium level is calculated as about 1.9eV from a conduction band soffit. This carrier by which the trap was carried out is again excited with the light of wavelength shorter than 650nm, and has the reversibility which can be returned to the donor level of a basis. This description is used, the ultraviolet rays near the wavelength of 313nm are irradiated beforehand, and it colors, and a laser beam with a wavelength of about 532nm can be used for the record ingredient the carrier was made full [ ingredient ] of medium level, and a hologram can be recorded on it.

[0025] If a record ingredient is irradiated by the pattern of the spatial light and darkness corresponding to the interference fringe formed of a reference beam with a wavelength of 532nm and signal light, the carrier of medium level will be excited in the irradiated part. It recombines with the acceptor of the level near a load electronic band by dark space, the space density distribution of the carrier corresponding to an interference fringe is formed eventually, and space electric field produce the excited carrier. Record of an interference fringe pattern (hologram) is completed as refractive-index fluctuation in this crystal which has the electro-optical effect by this.

[0026] as the description different as greatly as the former of this invention -- (1) -- the stoichiometric presentation lithium niobate or stoichiometric presentation lithium tantalate beforehand irradiated and colored by ultraviolet rays (ultraviolet radiation) is used.

(2) Once record is completed, record will not be destroyed even if it reads with the light (for example, 532nm) to write in.

[0027] According to these descriptions, if this hologram record ingredient and a recording method are used, also in one color, hologram record of destructive read will be attained.

The duplex crucible single crystal raising equipment of a continuation feeding mold is used. (Example) To the melt presentation of  $[\text{Li}_2\text{O}]/([\text{Li}_2\text{O}] + [\text{Nb}_2\text{O}_5]) = 0.56-0.60$  The mole fraction of  $[\text{Li}_2\text{O}]/([\text{Ta}_2\text{O}_5] + [\text{Li}_2\text{O}])$  which was furthermore excellent in optical homogeneity from 100 weight ppm \*\*\*\*\* melt in Tb raised the single crystal (Tb-doped SLN) of a stoichiometric presentation of 0.495-0.50.

[0028] When light with a wavelength of 313nm was irradiated at the raised as-grown single crystal, as shown in transmission change of drawing 3, remarkable photochromism was shown and the depth of the absorption level (medium level) was calculated as near bottom 1.9eV of a conduction band. Colored Tb-doped When 532nm laser was used for the SLN crystal and the hologram was written in, as shown in drawing 4, high diffraction efficiency was acquired. After using 532nm laser for the crystal which irradiated 313nm light and was colored and writing in a hologram, the time amount change of diffraction efficiency when intercepting one side of record light and reproducing is shown, and diffraction efficiency is standardized with the value immediately after record. When the addition of Tb was changed, the desirable result was obtained from the range of the 10 weight ppm to the 1000 weight ppm. moreover, when reading appearance was carried out by the laser beam of the same wavelength as a write-in light, diffraction efficiency once fell, but it became clear that a hologram is not eliminated, even if diffraction efficiency became fixed and it carried out long duration reading appearance after that, when it fell.

[0029] Furthermore, it is Tb-doped of Tb200 weight ppm addition like the above-mentioned example. In addition to SLN, the mole fraction which carried out simultaneous adding of the Fe100 weight ppm raised the single crystal (Fe, Tb-doped SLN) of a stoichiometric presentation of 0.495-0.50, and measured permeability and diffraction efficiency. Then, as were shown in drawing 5, and still more remarkable photochromism was shown and it was shown in drawing 6, diffraction efficiency increased remarkably and un-destroying nature improved to read-out. In this case, even if it added Mn instead of Fe, the same effectiveness was acquired, and the result with what [ suitable ] these additions added in the range of the 1 weight ppm to the 500 weight ppm was obtained.

[0030] In addition, the experimental data of the transmission at the time of using additive-free stoichiometric presentation  $\text{LiNbO}_3$  single crystal (SLN) as an example of a comparison and diffraction efficiency is shown in drawing 7 and drawing 8. As compared with the above-mentioned example, it

turns out that generating of photochromism is few. Fe, Tb-doped Using the Y cut with a thickness [ of SLN ] of 3mm, 532nm laser was divided into two optical paths of almost equal reinforcement, it mixed to this crystal plate that irradiated nearly 313nm light and was colored within the crystal at the external include angle of 52 degrees, the hologram was formed in it, and playback using abnormality light was performed to it. And optical reinforcement intercepted only one side of record light, without changing, and measured the reinforcement of the diffracted light from a hologram. Consequently, unlike monochrome hologram record of a conventional type, in the example, the diffraction effect became clear [ that it is dependent on record reinforcement ]. In addition, the un-destroying nature of data improves, so that playback power is set up lower than record power.

[0031]

[Effect of the Invention] Beforehand, the light of short wavelength is irradiated and it colors, and since the laser beam of long wave length is used for the hologram recording apparatus by this invention from it and it records a hologram on the record ingredient the carrier was made full [ ingredient ] of medium level, it can record more vividly the light and darkness of an optical interference pattern including an information signal on it.

---

[Translation done.]